

Aanvullende belichting van tomaten

Aanvullende belichting van tomaten

1. Inleiding

S. J. Wellensiek

Uit discussies in de Commissie voor Belichtingsonderzoek in de Tuinbouw bleek de wenselijkheid een 'Werkgroep voor Tomatenbelichting' op te richten.

Onder auspiciën van deze commissie werd gedurende de seizoenen 1955-'56 en 1956-'57 een landelijke belichtingsproef genomen, namelijk op het Instituut voor Tuinbouwtechniek te Wageningen, het Proefstation voor de Groenten- en Fruitteelt onder Glas te Naaldwijk en het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt van de Landbouwhogeschool te Wageningen. Over deze proeven worden in § 2 nadere bijzonderheden gepubliceerd.

Bij de bespreking der resultaten in de werkgroep bleek het noodzakelijk om over de kosten van de aanvullende belichting en over de geldelijke waarde van de vervroeging nader georiënteerd te raken. Dit heeft geleid tot de studies die in de §§ 3 en 4 worden gepubliceerd.

De werkgroep meent op grond van alle gegevens, beschouwd in hun onderlinge samenhang, dat voorzichtige toepassing van kunstmatige belichting in de praktijk verantwoord is.

Samenstelling werkgroep voor tomatenbelichting. Voorzitter: prof. dr. ir. S. J. Wellensiek; secretaris: dr. ir. K. Verkerk; leden: drs. J. P. Braak, J. D. W. van Geel, ir. G. H. Germing, ir. S. H. Justesen, ir. IJ. van Koot, dr. ir. E. W. B. van den Muijzenberg, dr. J. W. M. Roodenburg, dr. R. van der Veen, prof. dr. E. C. Wassink, terwijl ir. K. J. de Vries een waardevolle bijdrage leverde.

2. Effect van aanvullende belichting

K. Verkerk, G. H. Germing en IJ. van Koot

Proefopzet

Voor de experimenten werd een vrij grootvruchtige selectie van 'Ailsa Craig' gebruikt. Omstreeks 7 november werd gezaaid. Dagelijks werd 16 uur belicht, dat wil zeggen gedurende de dag en een gedeelte van de nacht. Het netto geïnstalleerd vermogen bedroeg steeds 120 W/m². Streeftemperaturen waren 18° C gedurende de licht-periode en 12° C gedurende de donker-periode; als grondtemperatuur werd 15° C aangehouden. De volgende twee groepen lampen werden gebruikt:

a) fluorescentielampen (Atlas 80 W, kleur White 3500°K, en Philips TL 65 W en TLF 65 W, kleur wit nr. 33, 4200°K) op een hoogte van 50 cm boven de toppen der planten;

b) hogedrukkwiklampen (HO 450 W en HPL 400 W, waarvan de laatste een fluorescerende ballon heeft) op 90 tot 100 cm boven de planten.

De lichtverdeling op het bestraalde oppervlak is bij fluorescentielampen aanmerkelijk beter dan bij hogedrukkwiklampen.

Twee controles zijn gebruikt. De ene (C) bestond uit planten die tegelijk met de belichte werden gezaaid en opgekweekt; de andere (CP) uit planten uit de praktijk, die 3 weken eerder waren gezaaid en bij betrekkelijk lage temperatuur opgekweekt. Lichtmetingen zijn alleen in het tweede seizoen uitgevoerd. Hierbij bleek de energie op verschillende plaatsen van het bestraalde oppervlak sterk

uiteen te lopen. Er is daarom een soort gemiddelde vastgesteld. Dit leverde de energieverhoudingen in de laatste kolom van tabel 1. Hieruit blijkt dat de TLF lampen, die inwendig een eenzijdig reflecterende laag hebben, op de plant minder energie geven dan TL lampen waarboven een reflector is aangebracht. Blijkbaar gaat bij de TLF lampen een gedeelte van het licht door de reflecterende laag heen naar boven verloren. De nieuwe HPL lampen geven een lichthoeveelheid die veel groter is dan bij de HO lampen en overeenkomt met die van de TLF lampen.

De opkweek der jonge planten had plaats zonder herhalingen, dus met slechts één groep per 'licht-behandeling'. Het leek, gezien de opkweek in kistjes en later in potten, niet nodig hier al herhalingen in te schakelen, wat trouwens grote technische moeilijkheden zou hebben veroorzaakt.

Waarnemingen vóór het uitplanten

Het aantal bladeren onder de eerste tros wordt zeer vroeg vastgelegd, namelijk in de eerste drie weken na het zaaien. In het algemeen was dit aantal onder de fluorescentielampen het kleinst, onder

kwiklampen groter en bij de tegelijkertijd gezaaide controle (C) even groot als, soms zelfs groter dan onder de kwiklampen.

Opvallend is dat in de praktijk opgekweekte planten (CP) het kleinste aantal bladeren onder de eerste tros hadden en dat deze tros sterk vertakt was met een groot aantal bloemen.

Tot aan het uitplanten zijn periodiek lengte- en gewichtsbepalingen gedaan. Daar de verhoudingen tussen de behandelingen vrij constant bleken, zijn in tabel 1 slechts de gegevens vermeld van de laatste bepalingen, vlak voor het uitplanten. Hieruit blijkt dat de zwaarste planten werden verkregen bij de sterkste belichting, dus onder fluorescentielampen met reflector. Dan volgen planten bijbelicht met TLF of HPL lampen. De controleplanten uit de praktijk (CP) komen het meest overeen met de planten onder HO lampen. Groep C blijft zeer sterk bij de andere ten achter.

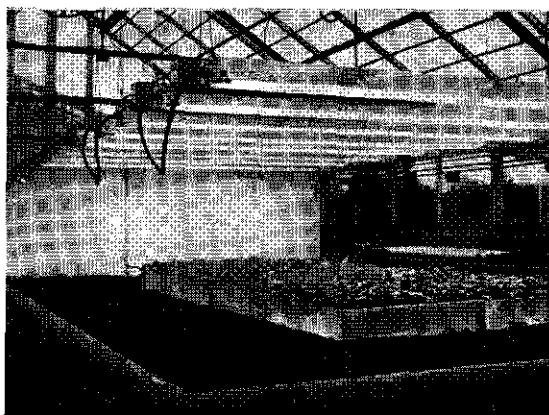
Waarnemingen na het uitplanten

Omstreeks half januari werd uitgeplant. Er waren vier herhalingen. Elk object bestond uit 12-16 planten.

1. Kunstlicht als aanvullend licht voor planten



2. Verspeende tomaten belicht met fluorescentielampen in reflector (120 W/m²)



Tabel 1. Drooggewichten en gemiddelde eerste bloei

(Drooggewichten in mg van de planten omstreeks het uitplanten, cursief de gemiddelde eerste bloei per plant in dagen na 31 januari)

Jaar	1955/1956			1956/1957			Relatieve bestralings- sterkte van de bijbelichting
Plaats	I.T.T.	Naald- wijk	Tuinb.- planten- teelt	I.T.T.	Naald- wijk	Tuinb.- planten- teelt	
Belichtings- groepen							
Atl. 80W	1590	1230 23	26				
TL 65W	1860	990 24	26	690 18	610 19	1250 26	100
TLF 65W				410 26	530 20	660 30	70
HPL 400W				490 27	510 21	580 31	74
HO 450W	710	700 27	31	35	350 25	370 33	48
CP				300 31	300 23	300 32	0
C	100	90 37	49	70 45	50 33	70 43	0

Tabel 2. Correlatie-coëfficiënten tussen datum van eerste bloei en datum waarop de eerste 800, 1600 of 2400 gram vruchten per plant zijn geoogst

Jaar	Lamptypen	Plaats	gram per plant		
			800	1600	2400
1956/1957	TL, TLF, HPL, HO, CP en C	I.T.T.	0,85	0,86	0,87
		Naaldwijk	0,83	0,81	0,81
		Tuinbouwplantenteelt	0,65	0,57	0,62

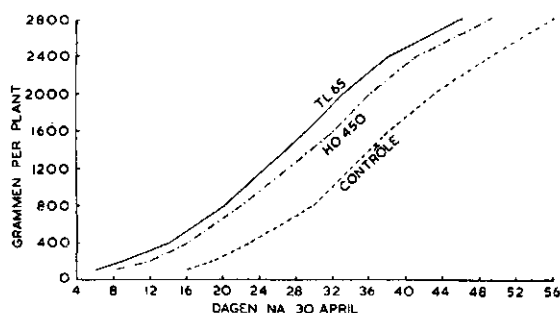
In tabel 1 is met cursieve cijfers het tijdstip van de gemiddelde eerste bloei aangegeven, uitgedrukt in dagen na 31 januari. Duidelijk blijkt dat de planten vroeger bloeiden naarmate hun drooggewicht bij het uitplanten groter was.

Uit tabel 2 blijkt dat een positieve correlatie bestaat tussen de datum van eerste bloei en het moment waarop de eerste 800, 1600 of 2400 gram

vruchten per plant is geoogst. Naarmate de bloei vroeger is, begint dus ook de oogst vroeger.

Het aantal dagen tussen het tijdstip van eerste bloei en dat waarop de eerste 100 g vruchten zijn geoogst, is echter groter naarmate de eerste bloei vroeger plaatsvond. Dit betekent dat de verschillen tussen het tijdstip waarop de oogst begint kleiner zijn dan die in tijdstip van eerste bloei. De

Fig. 1. Cumulatief oogstverloop van met TL 65 W en HO 450 W bestraalde planten, in vergelijking met de onbelichte controle. Gemiddelde van twee proeven, elk op drie plaatsen



oorzaak hiervan is dat de vruchten bij vroege bloei in ongunstiger omstandigheden moeten groeien dan bij latere bloei.

Het cumulatieve oogstverloop van de gemiddelden van drie behandelingen, weergegeven in fig. 1, toont aan dat de verschillen gehandhaafd blijven, zodat de lijnen vrijwel evenwijdig lopen. De belichte planten zijn 6-8 dagen vroeger dan de controle (C), terwijl de goed belichte (TL 65) 2-3 dagen eerder zijn dan de matig belichte (HO 450 W).

Financiële resultaten

In tabel 3 vindt men de berekende geldelijke opbrengst per plant. Hierbij is aangenomen, dat alle vruchten tot de A-sortering behoren, terwijl als dagprijzen zijn aangehouden de gemiddelde waarden op de veiling te Berkel, en wel voor de resultaten van 1955-'56 het gemiddelde van 1952-'56, en voor die van 1956-'57 het gemiddelde van 1950-'58.

De gezamenlijke resultaten van de twee jaren geven dus wiskundig betrouwbare ($P < 0,05$) verschillen in geldelijke opbrengst tussen de behande-

Tabel 3. Gemiddelde opbrengst in centen en in kg per plant op de drie plaatsen tezamen. Niet betrouwbare verschillen zijn door haken verbonden

Opbrengst in centen			Opbrengst in kg
1955/1956	1956/1957	1955/1957	1955/1957
TL 541	TL 667	TL 616	TL 4,06
Atl 539	HPL 634	HO 575	HO 3,92
HO 506	TLF 625	C 480	C 3,64
C 429	HO 598		
	CP 587		
	C 517		

lingen TL, HO en C. Ook voor de andere groepen geldt, dat de opbrengst evenredig is met de aan de planten toegevoerde lichtenergie, al zijn deze verschillen niet altijd betrouwbaar aan te tonen.

Conclusie

Uit de resultaten van de hier beschreven proeven blijkt, dat naarmate meer lichtenergie aan de planten wordt toegevoerd, zij zwaarder zijn bij het uitplanten en vroeger wat bloei en vruchtproductie betreft, terwijl ook de geldelijke opbrengst evenredig wordt verhoogd. In hoeverre deze meeropbrengst opweegt tegen de kosten der bijbelichting is een vraag, die in het volgende hoofdstuk onder ogen zal worden gezien.

In het huidige onderzoek werden de planten omstreeks half januari uitgeplant. De hoeveelheid natuurlijk licht, waarop zij vanaf dat moment zijn aangewezen, is vooral aanvankelijk zeer gering. In verband hiermede moet ook de kasttemperatuur laag gehouden worden. Het is mogelijk dat deze ongunstige omstandigheden de voorsprong, die de belichte planten bij het uitplanten hebben, weer voor een belangrijk gedeelte ongedaan maken. Dit punt verdient de aandacht bij verder onderzoek.

3. Kosten van aanvullende belichting

G. H. Germing

In dit hoofdstuk wordt een poging gedaan om op basis van enige vrij goed kwantitatief te benaderen gegevens de kosten van een aantal belichtingsmethoden en lamptypen te berekenen. In deze beschouwingen zijn ook andere belichtingsmethoden dan de in hoofdstuk 2 genoemde betrokken.

Standaard-opkweekmethode

Wegens het ontbreken van voldoende praktische ervaring is moeilijk aan te geven wat de beste opkweekmethode is voor te belichten tomaten. Daarom is bij de berekeningen uitgegaan van een standaard-opkweekmethode. Hierbij is de opkweektijd verdeeld in 4 perioden, met een afnemend aantal planten per m². Aangenomen is dat in kistjes wordt gezaaid, dat de planten ongeveer 10 dagen later in kistjes worden verspeend op een afstand van 4 × 5 cm, dat zij na 2 à 3 weken in 12 cm-potten worden geplant (oppotstadium I), en dat deze wanneer de planten elkaar raken wijder worden gezet (oppotstadium II). De berekeningen zijn gebaseerd op 5000 volwassen planten. Een schatting van het hiertoe vereiste aantal planten en van de benodigde ruimte in de verschillende opkweekstadia vindt men in tabel 4.

De duur van de verschillende stadia varieert met

de belichtingsmethode. De in het vervolg vermelde waarden zijn geschat op grond van eigen ervaringen. Aangenomen is dat tijdens het zaaistadium niet wordt belicht, zodat dit bij alle methoden even lang duurt.

Belichtingsmethoden

Van de vele mogelijkheden zijn er vijf gekozen, die als volgt kunnen worden gekarakteriseerd:

Methode A: Belichting alleen tijdens het verspeenstadium. Doordat de installatie verrolbaar is, kunnen per etmaal 2 groepen planten ieder 12 uur worden belicht.

Methode B: Belichting tot het uitplanten met gelijke intensiteit en duur (16 uur per dag). Dit is de methode die bij de in hoofdstuk 2 beschreven proeven werd toegepast.

Methode C verschilt van B doordat de dagelijkse belichtingsduur na het oppotten slechts 12 uur is. Hierbij wordt de installatie tweemaal per dag verrold.

Methode D: De installatie wordt steeds verrold; de lampen worden met het wijder zetten van de planten verder uit elkaar gehangen, waardoor de belichtingsintensiteit in de loop van de tijd minder wordt.

Methode E: Hierbij wordt slechts tot oppotstadium II belicht; verder is deze methode een combinatie van C en D.

Verdere bijzonderheden vindt men in tabel 5.

Voor iedere belichtingsmethode zijn de kosten per plant voor de volgende 5 lamptypen bepaald: fluorescentielampen van 65 Watt (TL 65 W) fluorescentielampen van 80 Watt (Atlas 80 W) hogedrukkwiklampen van 450 Watt (HO 450 W) hogedrukkwiklampen van 400 Watt met fluorescerende ballon (HPL 400 W) menglichtlampen van 500 Watt (ML 500 W).

Tabel 4

Stadium	Aantal planten totaal	Aantal planten per m ²	Totaal benodigd oppervlak in m ²
Zaaistadium	6000	1600	3,8
Verspeenstadium	5500	450	12,2
Oppetstadium I	5200	65	80
Oppetstadium II	5200	45	115,6

Tabel 5. Bijzonderheden omtrent de verschillende behandelingen

Belichting		Methode				
		A	B	C	D	E
Verspeenstadium:	duur	17 d-12 uur	18 d-16 uur	18 d-16 uur	17 d-12 uur	14 d-16 uur
	intensiteit	170 W/m ²	120 W/m ²	120 W/m ²	170 W/m ²	240 W/m ²
Oppotstadium I:	duur	—	20 d-16 uur	22 d-12 uur	25 d-12 uur	28 d-12 uur
	intensiteit	—	120 W/m ²	120 W/m ²	95 W/m ²	72 W/m ²
Oppotstadium II:	duur	—	8 d-16 uur	9 d-12 uur	13 d-12 uur	—
	intensiteit	—	120 W/m ²	120 W/m ²	65 W/m ²	—

Kostenberekening

De berekening van de belichtingskosten per plant is gebaseerd op afschrijving en rente van installatie en lampen, slijtage van de lampen, en stroomkosten. De hiertoe benodigde gegevens, die men in tabel 6 vindt opgesomd, zijn verkregen van de fabrikanten en van de afdeling Elektriciteit van het I.T.T. In de vermelde bedragen zijn de kosten van aansluiting op het elektriciteitsnet niet berekend.

Van geen der lamptypen is precies bekend welk percentage van de toegevoerde energie de planten ten goede komt. Vooral bij menglichtlampen, waarbij een gedeelte der energie wordt opgenomen door een gloeidraad en dus als infrarode straling vrijkomt, leek het gewenst een correctie toe te passen. Volgens Van Koot kan men het netto vermogen van een ML 500 W lamp op 300 W stellen.

De uitkomsten van de kostenberekeningen vindt men in tabel 7.

Vergelijking der lamptypen

De belichtingskosten per plant zijn voor fluorescentielampen Atlas 80 W 13–20 % lager dan voor TL 65 W lampen. Dit verschil wordt veroorzaakt

door de duurdere installaties van de laatste; stroom- en lampkosten zijn ongeveer gelijk. Nu ook voor TL 65 W lampen goedkopere armaturen verkrijgbaar zijn, zal het kostenverschil tussen beide lamptypen wel nagenoeg zijn opgeheven.

De belichtingskosten zijn bij HPL 400 W lampen ongeveer 10 % hoger dan bij HO 450 W lampen; bij methode A zijn zij echter ongeveer gelijk.

Fluorescentielampen zijn steeds duurder in gebruik dan hogedrukkwiklampen. De grootte van het verschil is afhankelijk van de belichtingsmethode. Een installatie met fluorescentielampen is duurder in aanschaffing, maar goedkoper in het gebruik door de langere levensduur en de lagere prijs van de lampen. Naarmate de lampen intensiever gebruikt worden en de stroomkosten dus een groter deel van de totale kosten uitmaken, vermindert het verschil in belichtingskosten per plant tussen fluorescentielampen en hogedrukkwiklampen.

Zoals uit tabel 7 blijkt, heeft de stroomprijs een belangrijke invloed op de belichtingskosten per plant. Zij verandert echter weinig aan de verhouding van de belichtingskosten bij de verschillende lamptypen; alleen de ML lamp wordt bij hogere stroomprijzen relatief duurder.

Tabel 6. Aanschaffingskosten en verdere gegevens over de verschillende lamptypen

	TL 65 W	Atlas 80 W	HO 450 W	HPL 400 W	ML 500 W
1. Aanschaffingskosten lamp	f 5,50	f 6,50	f 45,—	f 60,—	f 32,—
2. Aanschaffingskosten installatie (per lamp)	f 54,40	f 51,00	f 133,50	f 119,50	f 28,—
3. Extra kosten verrollen (per lamp)	f 20,—	f 20,—	f 40,—	f 40,—	f 40,—
4. Levensduur (aantal branduren)	7000 u	7000 u	3000 u	3000 u	3000 u
5. Nettovermogen lamp	65 W	80 W	450 W	400 W	300 W
6. Brutovermogen lamp	77 W	95 W	475 W	420 W	500 W

Tabel 7. Berekende kosten van de onderscheiden belichtingen in centen per plant bij een stroomprijs van f 0,10 kWh.¹

Methode	TL 65 W	Atlas 80 W	HO 450 W	HPL 400 W	ML 500 W
A	4,3 (0,5)	3,6 (0,5)	3,2 (0,6)	3,2 (0,5)	3,0 (0,8)
B	46,1 (6,3)	39,0 (6,3)	29,1 (5,8)	32,3 (5,6)	28,6 (8,8)
C	33,1 (5,3)	28,7 (5,3)	21,8 (5,0)	24,1 (4,8)	24,3 (7,5)
D	22,1 (4,6)	19,5 (4,6)	16,8 (4,5)	18,4 (4,3)	19,6 (6,7)
E	15,9 (3,1)	14,0 (3,1)	11,7 (3,0)	13,3 (3,0)	13,4 (4,5)

¹ Tussen haakjes het bedrag in centen dat hierbij opgeteld respectievelijk hiervan afgetrokken moet worden voor de kosten per plant bij een stroomprijs van respectievelijk 15 en 5 cent per kWh.

Vergelijking der belichtingsmethoden

Hierbij moet men niet alleen uitgaan van de belichtingskosten, doch ook van de aan de planten toegediende energie. (Onder dit laatste wordt hier verstaan het produkt van het geïnstalleerde vermogen in W/m² en de duur der belichting in uren.) Deze gegevens vindt men in tabel 8 tezamen met hun quotient, dat een maat is voor de kosten per eenheid energie bij de verschillende belichtings-

methoden. De kosten zijn hier opgegeven voor één lamptype; bij de andere vindt men dezelfde verhoudingen.

De verschillen in belichtingskosten bij de verschillende methoden worden bepaald door het per m² geïnstalleerde vermogen, de aard van de installatie (al dan niet verrolbaar), het aantal planten per m², de lengte van de periode gedurende welke belicht wordt en de dagelijkse duur der belichting. Dat de

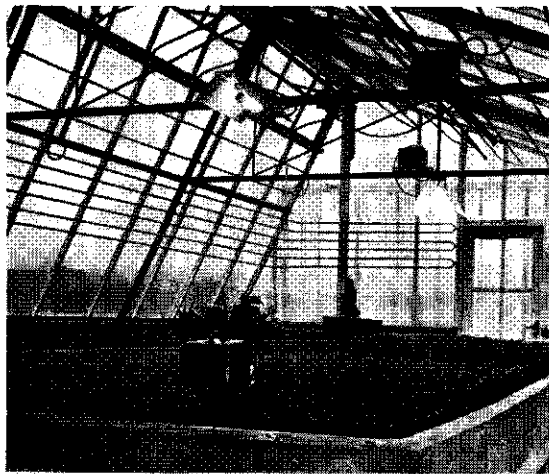
bedragen voor de methoden A en E zo laag zijn, komt omdat de energie geheel resp. grotendeels in het verspeenstadium wordt gegeven, wanneer er 1600 planten op een m² staan. Methode C is voordeliger dan B doordat bij een verrolbare installatie het aantal lampen wordt gehalveerd. Bij D speelt zowel het een als het ander een rol: men geeft relatief veel energie wanneer de planten dicht op elkaar staan en gebruikt een verrolbare installatie. Uit de berekeningen blijkt dat de belichtingsmethode gevolgd bij de in paragraaf 2 besproken proeven, van de hier genoemde de duurste is. Men kan haar het best vergelijken met methode D, waarbij de belichtingskosten de helft bedragen, terwijl de hoeveelheid toegediende energie slechts 17 % lager is. Daar recente belichtingsproeven aanleiding geven tot de veronderstelling dat de resultaten van methode D niet slechter, doch zelfs beter zijn dan die van B, verdient de eerste dus alle aandacht.

Conclusie

Uit de kostenberekeningen is gebleken dat een belangrijke besparing kan worden verkregen door het gebruik van een verrolbare installatie, waarmee (bij een 12-urige belichting) tweemaal zoveel

Tabel 8. Verhouding tussen de belichtingskosten per plant en de toegediende hoeveelheid energie voor de verschillende belichtingsmethoden

Methode	Toegediende energie in kWh/m ²	Belichtingskosten in centen per plant (Atlas 80 W)	Kosten/ energie (Atlas 80 W)
A	34,7	3,9	0,11
B	88,3	39,0	0,44
C	79,2	28,7	0,36
D	73,3	19,5	0,27
E	78,0	14,0	0,18



3. Opgepotte tomaten onder hogedrukkwiklampen HO 450 W (voorin) en HPL 400 W (achterin)

planten kunnen worden belicht als met een vaste installatie. Een tweede wijze van kostenbesparing is het geleidelijk verminderen van de belichtingsintensiteit naarmate de planten wijder uiteen komen te staan. De kosten van een belichting volgens deze beginselen zijn bij een stroomprijs van f 0,10 per kWh berekend op 20 à 30 ct. per plant.

Over de lamptypen kan worden opgemerkt dat de fluorescentiebuizen een duurdere installatie eisen dan de hogedrukkwiklampen, doch door de relatief lage prijs van de lampen en het groter aantal branduren goedkoper zijn in het gebruik.

Wat de lichtkwaliteit betreft zijn fluorescentielampen waarschijnlijk beter dan hogedrukkwiklampen, terwijl bij de laatste de HPL 400 W beter is dan de HO 450 W. De menglichtlamp ML 500 W is betrekkelijk goedkoop in aanschaf, doch er is bij de plantenbestraling nog te weinig ervaring mee opgedaan. Overigens wordt de voorkeur voor een bepaald lamptype mede bepaald door de gevolgde belichtingsmethode.

4. Financiële baten van aanvullende belichting

K. J. de Vries

Typen van vervroeging

In de figuren 2, 3 en 4 is weergegeven op welke wijzen vervroeging van de tomatenoogst tot stand kan komen. Welke van deze drie mogelijkheden zich zal voordoen, is afhankelijk van de toegepaste maatregelen. Bevordering van de zetting van de eerste trossen, b.v. door trillen, geeft naast verhoging van de opbrengst in kg een vervroeging welke veel overeenkomst vertoont met het verloop van fig. 2. Goed gezette trossen geven meer tomaten, met een groter stukgewicht, die bovendien sneller afrijpen. De vervroeging door aanvullende belichting van de planten tijdens de opkweek, zoals bij de landelijke belichtingsproef is toegepast, benadert het schema van fig. 3. (Men vergelijk in dit verband fig. 1 op pag. 23.) De combinatie van opschuiving en vormverandering van het plukschema van fig. 4 tenslotte doet zich in principe voor wanneer de teelt in een modern kastype wordt vergeleken met die in een minder gunstig kastype. Door de grotere lichthoeveelheid verschuift het plukschema; door betere zetting van de eerste trossen verandert het van vorm.

Prijsverloop

Voor de volgende berekeningen is gebruik gemaakt van gegevens omtrent het prijsverloop van stooktomaten van de A-sortering op de veiling Berkel-Rodenrijs. Deze cijfers mogen als representatief worden beschouwd. De sterke schommelingen in de prijs binnen enkele dagen, in het begin van de aanvoerperiode zelfs van dag tot dag, en het aanzienlijke verschil in prijs op dezelfde datum in verschillende jaren maken het noodzakelijk om

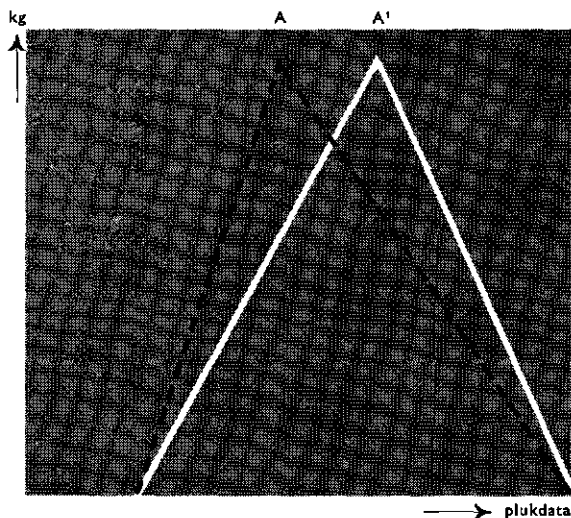


Fig. 2. Vervroeging door vormverandering van het plukschema

met het gemiddeld prijsverloop van een aantal jaren te rekenen. Hiervoor is gekozen de periode van 1950 (het eerste na-oorlogse jaar waarin de internationale handel weer een vrij normaal verloop vertoonde) tot en met 1957. Het resultaat vindt men in fig. 5. Er dient op gewezen te worden dat het prijspeil na 30 juni in hoofdzaak wordt bepaald door de late stook- en vroege koude tomaten. Deze zijn van betere kwaliteit en brengen dus ook een hogere prijs op dan de na-oogst van vroege bedrijven. Voor deze laatste ligt de prijslijn van 30 juni tot 15 juli dus te hoog. Uit deze gegevens kan de gemiddelde prijsdaling per dag worden berekend. De hiertoe benodigde wiskundige bewerking, een z.g. lineaire vereffening, is verricht door A. van de Graaf van de afdeling Wiskunde van het I.T.T. De prijsreeks is niet alleen voor de gehele periode lineair vereffend, doch ook voor gedeelten hiervan, met de bedoeling na te gaan of het inderdaad geoorloofd is een rechtlijnige daling van de dagprijs aan te nemen. Dit blijkt niet zonder meer het geval te zijn: in de

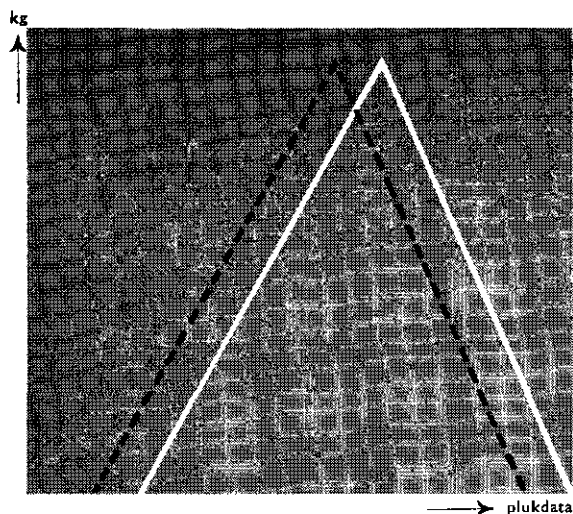


Fig. 3. Vervroeging door opschuiving van het plukschema

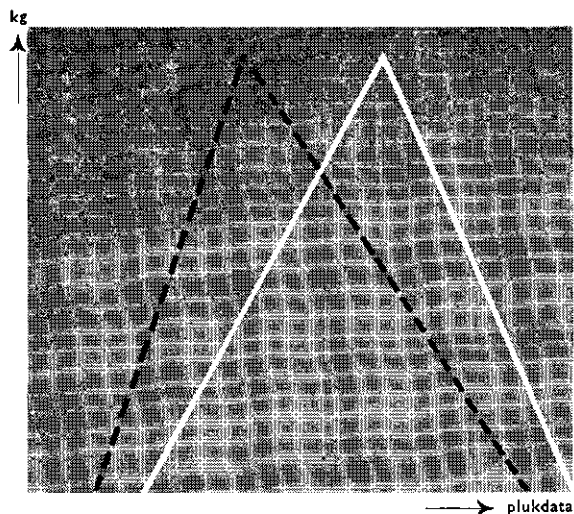


Fig. 4. Vervroeging door vormverandering en opschuiving van het plukschema

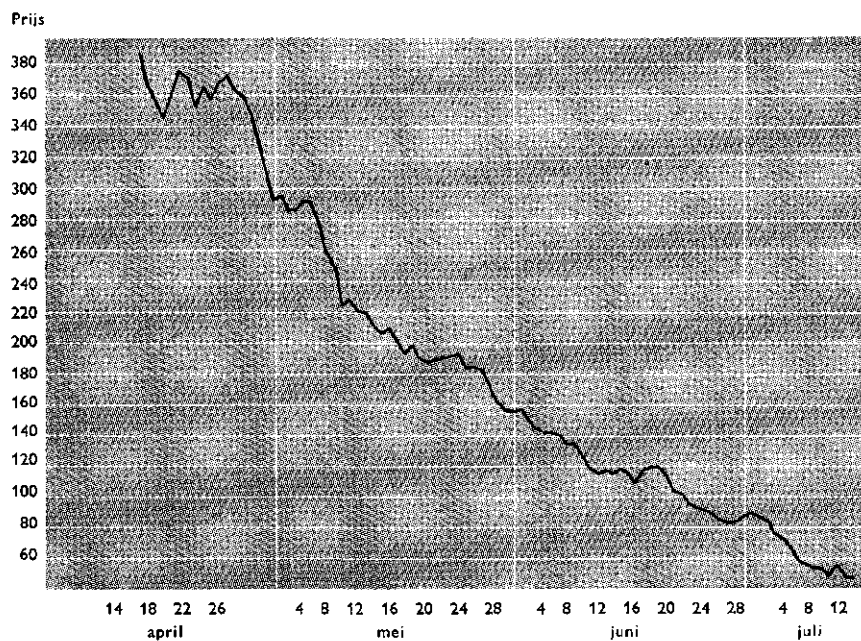


Fig. 5: Ongewogen gemiddeld prijsverloop van A-tomaten op de veiling Berkel over 1950 tot en met 1957

beginperiode daalt de kg-prijs f 0,06 per dag, in het laatste gedeelte van de aanvoerperiode slechts f 0,027. Voor de belangrijke aanvoerperiode 1 mei–22 juni wijkt de gemiddelde dagelijkse prijsdaling, f 0,037, echter nauwelijks af van het gemiddelde, f 0,038.

Effect van vervroeging

Wanneer men aanneemt dat het prijsverloop van vroege stooktomaten rechtlijnig daalt, kan de invloed van vervroeging worden uitgedrukt als een bepaald bedrag per kg geoogste tomaten per dag vervroeging – althans in het geval van fig. 3, dus wanneer de vervroeging geen verandering brengt in de vorm van het plukschema. Dit bedrag kan volgens de berekeningen gesteld worden op 3,7 ct; op zeer vroege bedrijven is het iets hoger, op relatief late iets lager, doch steeds meer dan 2,7 ct. De gevonden waarden kunnen verandering ondergaan wanneer men ook andere sorteringen in de beschouwingen betreft, daar de gemiddelde dagelijkse prijsdaling hier waarschijnlijk kleiner is dan bij de A-sortering. De invloed van andere sorteringen zal echter niet groot zijn, omdat 54 % van de totale productie in kg en 75 % van die in geld uit A-tomaten bestaat.

Men kan de gevolgen van een verschuiving van het plukpatroon voor de geldelijke opbrengst ook berekenen door vermenigvuldiging van de per dag geplukte kilogrammen A-tomaten met de gemiddelde prijs welke 1, 2, 3 of 4 dagen eerder heeft gegolden. Een dergelijke berekening is uitgevoerd, waarbij is uitgegaan van het plukpatroon van 1957 in een proefkas van het I.T.T. Dit leidde tot het volgende resultaat:

aantal dagen vroeger	meeropbrengst per m ² ¹
4	f 1,45
3	f 1,02
2	f 0,74
1	f 0,43

¹ De opbrengsten zijn herleid tot 10 kg/m²

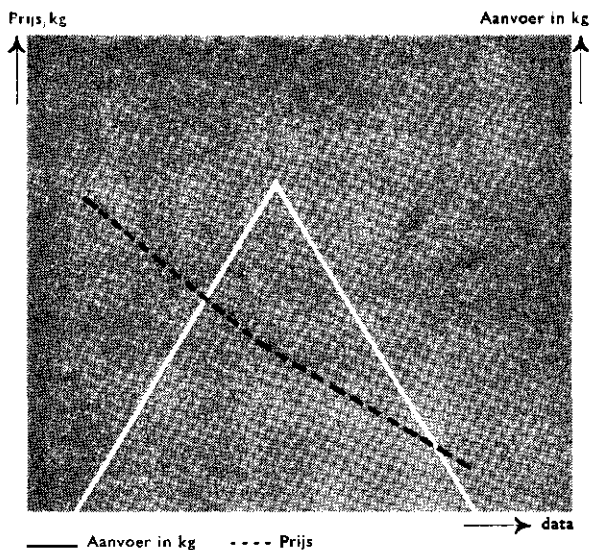


Fig. 6. Schematisch aanvoer- en prijsverloop stooktomaten

Het blijkt dat verschuiving van het plukschema zou hebben geleid tot een meeropbrengst van gemiddeld 3,64 ct per kg per dag vervroeging, welk bedrag met het boven berekende van 3,7 ct goed overeenstemt.

Vervroeging op grote schaal

De invloed van het aanbod van één bedrijf op de marktprijs is verwaarloosbaar klein. Wat zal echter het gevolg voor het prijsverloop zijn wanneer vele bedrijven zich op het vervroegen gaan toeleggen? Hoewel het antwoord op deze vraag in verschillende opzichten speculatief is, kan toch het volgende worden opgemerkt. Uit het schema van aanvoer en prijsverloop (fig. 6) ziet men dat na de top in het plukpatroon, dus bij afnemend aanbod, de prijs blijft dalen. Deze wordt dus blijkbaar nog slechts in geringe mate door het aanbod bepaald. Op dit gedeelte van de prijslijn zal verschuiving van het plukpatroon dus weinig of geen invloed hebben. Wat de linker helft van de prijslijn

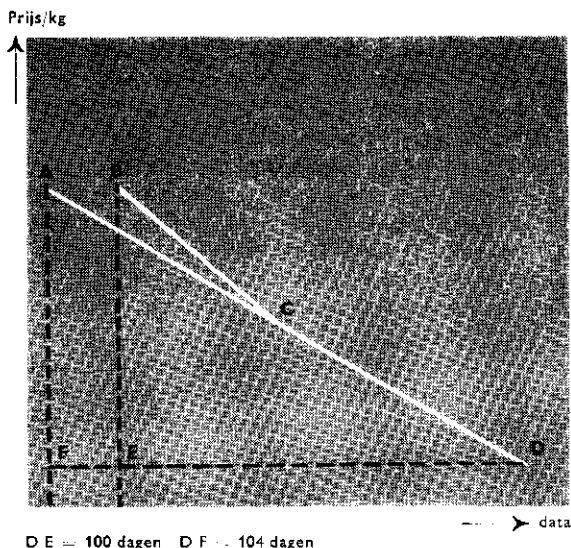


Fig. 7. Schematisch aanvoer- en prijsverloop als zeer veel bedrijven tot vervroeging zijn overgegaan

betreft is aangenomen, dat de prijs van de primeurs bij verdere vervroeging niet hoger zal worden, m.a.w. dat het beginpunt van de prijslijn daarbij alleen naar links en niet naar boven verschuift. Blijft men een lineair prijsverloop aannemen, dan wordt de lijn bij verlenging van het aanvoerseizoen dus minder steil, d.w.z. de gemiddelde dagelijkse prijsdaling wordt, bij verschuiving van het plukschema naar voren, iets kleiner. Het verschil is echter gering; het werd voor een uitbreiding van de aanvoerperiode met 4 dagen berekend op slechts 4 % (fig. 7).

Daar nu a) het aantal producenten dat tot vervroeging zal overgaan althans op korte termijn niet groot kan zijn, b) om fysiologische redenen vervroeging van de bestaande rassen tot een gering aantal dagen beperkt moet blijven, c) de prijs van Nederlandse stooktomaten mede wordt bepaald door het aanbod van het buitenland, en d) de vraag naar vroege tomaten zich gunstig ontwikkelt, mag men aannemen dat het financiële voordeel

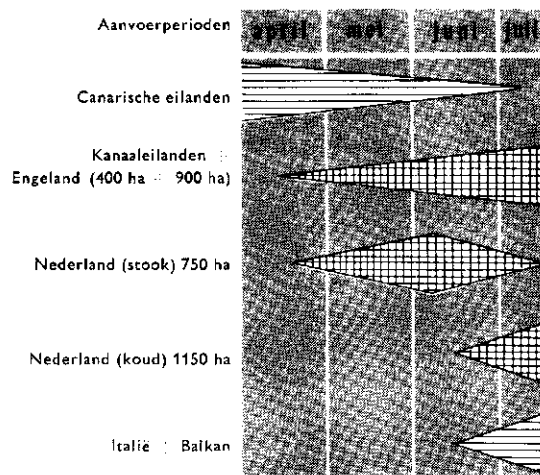


Fig. 8. Aanvoerperiode en concurrentiepositie Nederlandse stooktomaten (naar gegevens van het Produktschap voor Groenten en Fruit)

van vervroegende maatregelen ook bij ruime toepassing nauwelijks een vermindering zal ondergaan.

Vervroeging en concurrentiepositie van Nederlandse tomaten

In fig. 8 zijn de aanvoerperioden van de belangrijkste tomatenproducenten in ons afzetgebied voor de maanden april, mei, juni en de eerste helft van juli schematisch weergegeven. Hieruit valt af te lezen dat de Nederlandse stooktomaat zich door vervroeging op de Duitse markt zou distancieren van de concurrentie door koude glastomaten en Italiaanse vollegrondstomaten, waarvan de aanvoer pas half juni op gang komt.

Ook op de Engelse markt wordt de afzetmogelijkheid door vervroeging groter, omdat de concurrentie van de bevoorrechte Kanaaleilanden, waar een kwalitatief ongeveer gelijkwaardige tomaat wordt geteeld, minder wordt. Ook de zware concurrentie van Engelse stooktomaten wordt iets minder. Bovendien wordt de concurrentie welke

later in het seizoen uitgaat van vollegrondsgroenten en fruit minder sterk gevoeld. In vergelijking met deze voordelen zinkt de geringe toeneming van de concurrentie van de Canarische tomaten, die als inferieur substitutieprodukt fungeren, in het niet.

Conclusie

Een vervroeging zoals bij de landelijke belichtingsproef tot stand is gekomen, namelijk opschuiving van de oogst zonder dat de vorm van het plukschema verandert, kan worden uitgedrukt in centen meer-opbrengst per kg per dag vervroeging. Dit is mogelijk omdat de gemiddelde dagprijs gedurende de belangrijke aanvoerperiode van 1 mei tot 22 juni nagenoeg rechtlijnig daalt. De meer-opbrengst per kg is berekend op 3,7 ct. Vóór 1 mei zal dit bedrag nog iets hoger, na 22 juni zal het iets lager zijn. Door toepassing van vervroegende maatregelen op grote schaal zal het slechts weinig worden beïnvloed.

De vervroeging welke tot stand komt door het oogsten van relatief meer tomaten vroeg in het seizoen, zonder dat begin- en einddatum van de oogst opschuiven, kan niet in een algemeen geldende grootheid worden uitgedrukt.

Vervroeging zal de afzetpositie van de Nederlandse stooktomaten versterken.

Samenvatting

In een in twee seizoenen en op drie plaatsen herhaalde proevenreeks werd vastgesteld dat door aanvullende belichting tot aan het uitplanten de oogst van in november gezaaide tomatenplanten kan worden vervroegd. De proeven met de beste behandelingen waren 2 à 3 dagen eerder dan de vroegste, in de praktijk opgekweekte, onbelichte planten. Het plukschema werd hierbij verschoven doch bleef in vorm onveranderd (fig. 1).

De kosten van deze belichting zijn blijkens de in hoofdstuk 2 weergegeven berekeningen hoog, doch zij kunnen door wijziging van de belichtings-

methode bij een stroomprijs van f 0,10 worden gereduceerd tot ongeveer 25 ct. per plant.

In hoofdstuk 3 werd aangetoond dat in geval van oogstvervroeging zonder verandering in de vorm van het plukschema het financiële resultaat kan worden uitgedrukt in centen meeropbrengst per kg per dag vervroeging. Dit bedrag bleek ongeveer 3,7 ct. te bedragen. Stelt men de opbrengst per plant op 3 kg, dan is de meeropbrengst bij 2 à 3 dagen vervroeging 22 à 33 ct., waarbij dus een economisch verantwoord resultaat reeds wordt benaderd. Het verdient daarom aanbeveling, het onderzoek voort te zetten. Wellicht is reeds een voorzichtige, proefsgewijze toepassing in de praktijk verantwoord.

Summary

Supplementary illumination of tomatoes

A series of experiments carried out at three different places in the course of two seasons revealed that by means of supplementary illumination up till planting time, the harvest of tomato plants which are sown in November can be accelerated. The best plants subjected to this light treatment produced from 2 to 3 days earlier than the earliest unilluminated plants. The picking scheme was consequently rearranged, but remained unchanged in form (fig. 1).

According to the cost calculations contained in chapter 3 the cost of these supplementary light treatments is high, but by modifying the method of illumination, it might be reduced to about fl. 0.25 per plant, with the price of electric current at fl. 0.10 per kWh.

In chapter 4 it is shown that in the case of an accelerated harvest without any change in the form of the picking scheme, the financial outcome can be expressed in cents of additional proceeds per kg per day of accelerated production. This amount proves to be about 3.7 cents. If we put the production per plant at 3 kg, the additional proceeds will be from 22 to 33 cents when the production is accelerated by 2 or 3 days, which approaches closely to an economically justified result. Therefore, continued research is to be recommended. A careful, experimental practical application may well be justified at this stage.

De mogelijkheid tot vervroeging van de stooktomatenoogst in moderne kassen

In dit artikel wordt, op grond van de gemiddelde dagelijkse globale stralingsenergie te Wageningen, de theoretisch minimaal bereikbare vervroeging van de oogst van de stooktomaten in een modern kastype berekend. In een kastype, dat 10% meer straling doorlaat dan een Venlo-warenhuis, is de oogst met ruim vier dagen te vervroegen.

De brandstofkosten bij een vervroegde teelt in een modern kastype kunnen iets hoger zijn dan bij een gelijk uitgevoerde latere teelt in een Venlo-warenhuis. Deze theoretische benadering bevestigt de op bedrijfsresultaten gebaseerde verwachting dat voor de vroege-stooktomatenteelt een modern kastype betere uitkomsten geeft dan het veel gebruikte Venlo-warenhuis.

Bij de teelt van vroege stooktomaten is het tijdstip van oogsten van grote invloed op de geldelijke opbrengst. Tengevolge van de sterke prijsdaling in de loop van het oogstseizoen geeft een vervroeging van de gehele oogst met 1 dag een meeropbrengst van 3,7 ct per kg (4). Bij een opbrengst van 10 kg per m² – ongeveer het praktijk-gemiddelde – betekent dit een meeropbrengst van 37 ct per m² per dag vervroeging. De extra-jaarkosten van een modern kastype (afb. 1) worden in voldoende mate goedge maakt door een vervroeging van 2 dagen t.o.v. de oogst in een Venlo-warenhuis (afb. 2) (5). Wij beschikken over enkele vergelijkende opbrengstgegevens van kwekers. De uitkomsten doen verwachten dat een vervroeging van

4 à 5 dagen t.o.v. de teelt in een Venlo-warenhuis mogelijk is. Aangezien er op de vergelijkbaarheid van de objecten helaas wel het een en ander is aan te merken, bieden deze cijfers geen absolute garantie voor betere bedrijfsuitkomsten van de vroege stooktomatenteelt in het moderne kastype. Wegens het grote aantal factoren dat de teeltresultaten beïnvloedt, is het zeer moeilijk om zelfs bij proefnemingen op praktijkschaal een vergelijkbaarheid van 100% te realiseren. Aan de voorwaarde van gelijk vakmanschap voor alle kastypen kan vrijwel niet worden voldaan. Naar aanleiding van een suggestie van ir. Y. van Koot van het proefstation te Naaldwijk is onderzocht of het verloop van de globale stralingsenergie gedurende het jaar een theoretisch houvast kan geven over de te verkrijgen vervroeging in een modern kastype.

De lichtfactor

In de moderne kastypes ontvangen de planten meer straling dan in het Venlowarenhuis. De tot nu toe verrichte metingen en theoretische beschouwingen wijzen er op dat dit verschil zeker 10% kan bedragen, vooral in de eerste maanden van het teeltseizoen. Bij de verdere beschouwingen en berekeningen in dit artikel is dit percentage aangehouden.

We mogen er van uitgaan dat in ons land de beschikbare hoeveelheid natuurlijk licht bepalend is voor het tijdstip waarop de tomatenplanten kunnen worden uitgeplant (2). In de praktijk ligt dit tijdstip omstreeks 15 januari.

Deze uitplantdatum wordt niet zozeer bepaald door

de beschikbare hoeveelheid licht op de dag zelf, als wel door de te verwachten lichtsom gedurende een zekere periode na het uitplanten. Het effect van 10 % meer licht wordt echter niet uitsluitend bepaald door de lichtsom; ook de lichtintensiteit is van belang. Een 10 % grotere lichtintensiteit in de morgenuren heeft een groter effect op het rendement van de fotosynthese dan omstreeks het middaguur, wanneer althans de lichtintensiteit zo groot is dat de snelheid van de fotosynthese niet meer lineair toeneemt met de lichtintensiteit (1). In een kas met stooktomaten komt dit in jan.-febr. echter slechts incidenteel voor.

De ervaring heeft geleerd dat na het uitplanten de lichthoeveelheid nog lange tijd de belangrijke beperkende factor blijft voor de bloemvorming en de vruchtzetting bij de tomaat. Deze beperkende factor wordt echter kleiner naarmate de dagelijkse lichthoeveelheid toeneemt.

Naar alle waarschijnlijkheid worden de beste oogstresultaten verkregen door van de datum van uitplanten tot minstens half maart te streven naar een optimale aanpassing van de overige groeiomstandigheden b.v. temperatuur en voedingstoestand van de grond, temperatuur, relatieve vochtigheid en CO_2 -gehalte van de lucht) aan de beschikbare hoeveelheid licht.

Meer licht omstreeks half januari betekent dat de mogelijkheid ontstaat om vroeger met de teelt te beginnen, zonder dat de lichtfactor in de periode na het uitplanten slechter wordt (fig. 3). Theoretisch is het dus mogelijk om in een moderne kas zonder vermindering van de geoogste hoeveelheid de oogst te vervroegen met het aantal dagen dat eerder met de teelt begonnen kan worden.

In werkelijkheid is het onmogelijk om de factor licht los te zien van de overige groeifactoren. Deze laatste zijn voor de tomaat echter in de moderne kastypen zeker niet ongunstiger dan in het Venlo-warenhuis.

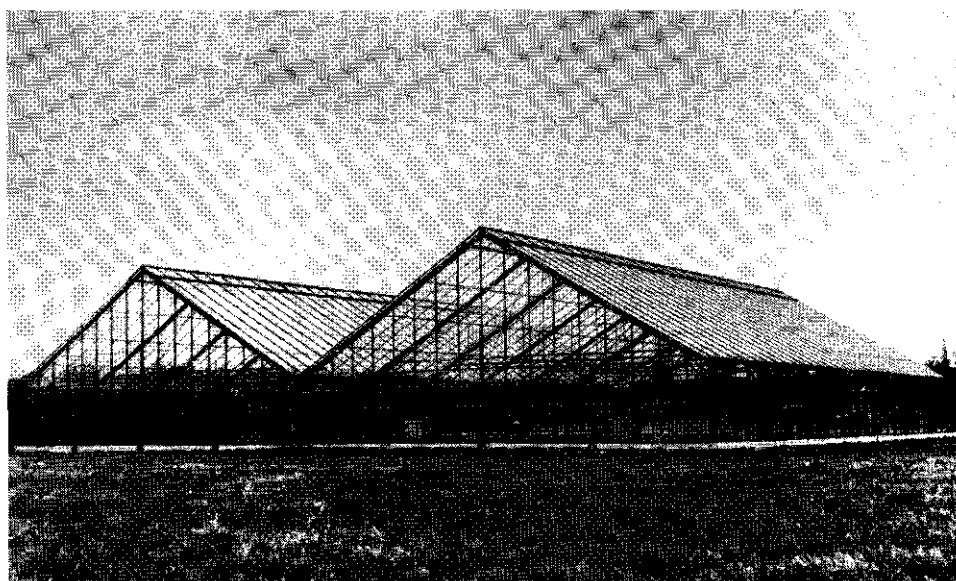
De globale stralingsenergie

Het verloop van de dagelijkse globale stralingsenergie gedurende het jaar kan een theoretisch houvast geven over de minimaal te verkrijgen oogstvervroeging in een kastype dat een bepaald percentage meer straling doorlaat.

Daarvoor moet berekend worden hoeveel dagen eerder de planten eenzelfde hoeveelheid licht ontvangen in de meer lichtdoorlatende kas dan in het Venlo-warenhuis.

Fig. 1. Een modern kastype wordt gekenmerkt door:
1. een kapbreedte van minstens 6 m;
2. een dakhelling van minstens 30°;

- 3. een glasmaat van minstens 60 × 100 cm;
- 4. doorlopende nokluchting;
- 5. vaste beglazing (gekit).



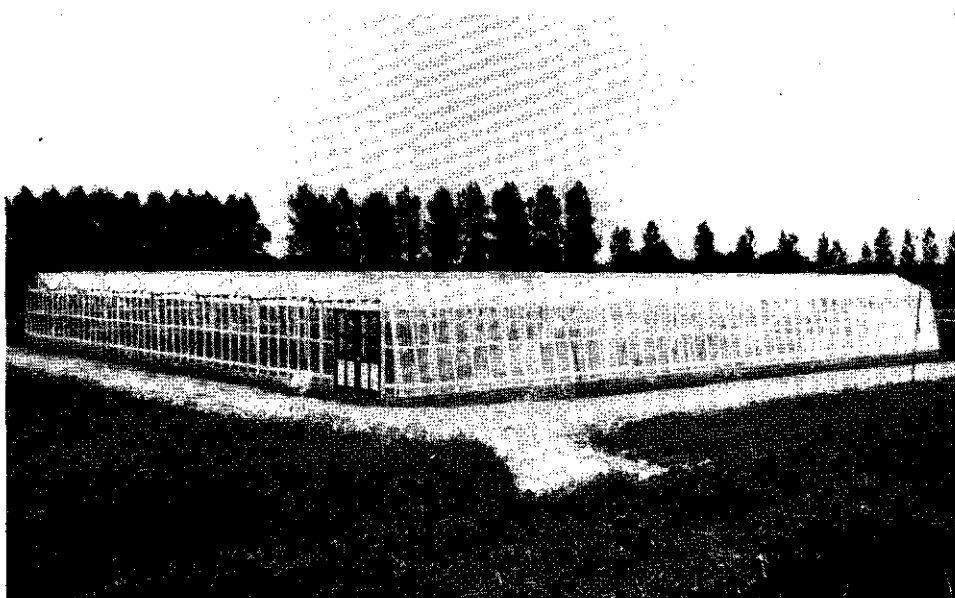


Fig. 2. Een Venlo-warenhuis

De hoeveelheid licht in de kas op een bepaalde dag is nagenoeg evenredig met de globale stralingsenergie op die dag.

Het aantal dagen dat dezelfde lichthoeveelheid eerder in de meer lichtdoorlatende kas optreedt kan afgeleid worden uit het verloop van de dagelijkse globale stralingsenergie in het open veld en het 'theoretische' verloop op een hoger niveau. Bij een kastype dat 10% meer licht doorlaat ligt dit 'theoretische' verloop op 110% van het werkelijke verloop in het vergelijkings-object.

De plant gebruikt voor de fotosynthese weliswaar slechts een deel van de totale stralingsenergie, maar dit deel, de zgn. 'water-filtered radiation', is een nagenoeg constant percentage van 69% van de totale stralingsenergie (6).

De Afdeling Natuurkunde van de Landbouwhogeschool heeft gedurende een lange reeks van jaren gemeten hoeveel stralingsenergie er iedere dag van het jaar te Wageningen op aarde terecht komt. In fig. 3,

ontleend aan de publikatie van DE VRIES (3), is het verloop van de gemiddeld per dag ontvangen stralingsenergie aangegeven. Voor de maanden april tot en met september hebben de metingen betrekking op de jaren 1931-1953, voor de overige maanden op de periode 1938-1953.

De oogstvervroeging

In fig. 4 is voor de periode 15 januari tot 15 april het 'theoretisch' verloop op 110% en het werkelijke verloop van de gemiddelde dagelijkse globale stralingsenergie uitgezet.

De grafiek in fig. 5 geeft per datum het aantal dagen aan dat eenzelfde hoeveelheid straling eerder aanwezig is in het kastype dat 10% meer straling doorlaat. Dit aantal dagen is over de gehele periode van 15 januari tot 15 april niet constant. Gedurende de maand februari neemt de totale globale stralingsenergie per dag vrij snel toe. Daardoor is het aantal dagen dat eenzelfde lichthoeveelheid eerder optreedt in het

moderne kastype over de maand februari het kleinst.

TABEL 1. Aantal dagen vervroeging in een modern kastype in de periode 15 januari tot 15 april

Periode	Mogelijke vervroeging
15 januari-1 maart	4 dagen
1 maart-15 april	5,5 dagen
15 januari-15 april	5 dagen

Wanneer we het gemiddelde van de periode 15 januari tot 1 maart als uitgangspunt nemen, benaderen we de vraag, hoeveel dagen eerder uitgeplant kan worden in een modern kastype, van de minimumkant (zie tabel 1). De te verkrijgen oogstvervroeging is tenminste gelijk aan het aantal dagen dat eerder met de teelt begonnen kan worden.

Hierbij komt nog dat er in een modern kastype ook andere factoren zijn die gunstig werken zowel op de vervroeging als op de kg-opbrengst. De invloed van deze factoren is echter niet gelijkmatig over het teeltseizoen verdeeld. De sterkere luchtbeweging en de betere temperatuurbeheersing zijn b.v. vooral in de zomermaanden van invloed.

Deze laatste factoren worden hier verder buiten beschouwing gelaten.

De brandstoffen bij vervroegde teelt

Eerder uitplanten in een meer lichtdoorlatende kas verlengt het stookseizoen niet. De kans is zelfs groot dat het stookseizoen enkele dagen korter is dan in het Venlo-warenhuis.

Toch is het mogelijk dat de brandstofkosten bij de vervroegde teelt in het moderne kastype iets hoger zijn dan bij een gelijk uitgevoerde latere teelt in het Venlo-warenhuis. Dit wordt veroorzaakt doordat:

- het temperatuurverschil tussen resp. de lucht en de grond in de kas en de lucht en de grond erbuiten in januari groter is dan aan het eind van het stookseizoen;
- de moderne kas wegens zijn grotere buitenoppervlak en hogere bouw meer warmte verliest dan het Venlo-warenhuis. Dit wordt bij stalen kassen nog enigszins versterkt door het grotere warmtegeleidingsvermogen van staal.

Over de warmtehuishouding van verschillende kastypen kan weinig exacts worden meegedeeld. Vermoedelijk blijven we aan de veilige kant als we schatten dat de extra-brandstofkosten bij de vervroegde teelt overeenkomen met de brandstofkosten gedurende het aantal dagen dat eerder is uitgeplant.

Uit fig.5 blijkt dat na begin maart de planten in het

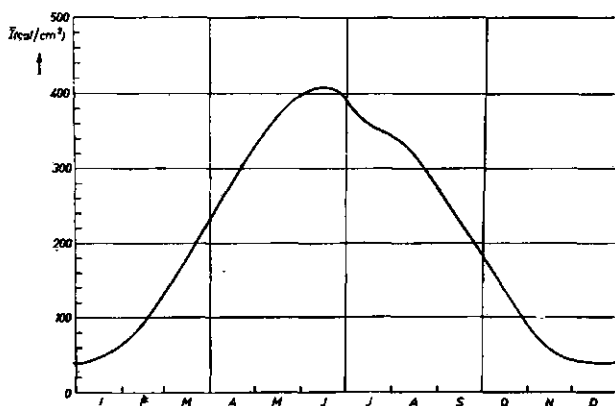


Fig. 3. Jaarlijkse variatie van de gemiddelde dagelijkse totale globale straling te Wageningen (DE VRIES).

Fig. 4. Het verloop van de gemiddelde dagelijkse globale stralings-energie (100 %) en die van het 'theoretisch 110 %-niveau' in de periode van 15 januari tot 15 april.

moderne kastype een grotere hoeveelheid straling ontvangen dan vier dagen later in het Venlowarenhuis. Deze grotere hoeveelheid straling veroorzaakt een temperatuurstijging en dus een relatieve brandstofbesparing. Bovendien heeft de geringere lekkage van de moderne kastypen een brandstofbesparende invloed. Vier dagen langer stoken in januari kost ongeveer aan brandstof f 0,16/m². Tengevolge van hogere brandstofkosten kan het economisch voordeel van de vervroeging met ongeveer een halve dag worden verkleind.

Conclusie

Gezien het verloop van de gemiddelde stralingsenergie per dag te Wageningen over de periode 1938–1953, kan in een moderne kas de stooktomatenteelt, en ook het oogstseizoen, met ruim vier dagen vervroegd worden t.o.v. het Venlo-warenhuis, wanneer de planten in een modern kastype 10 % meer straling ontvangen dan in een Venlo-warenhuis.

Aangezien uit berekeningen van exploitatiekosten is

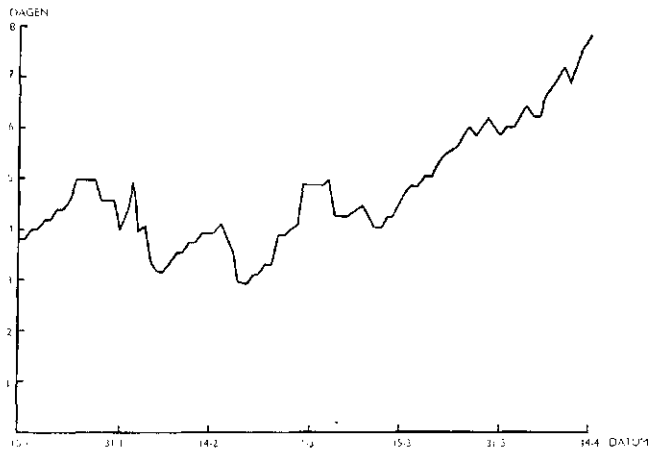
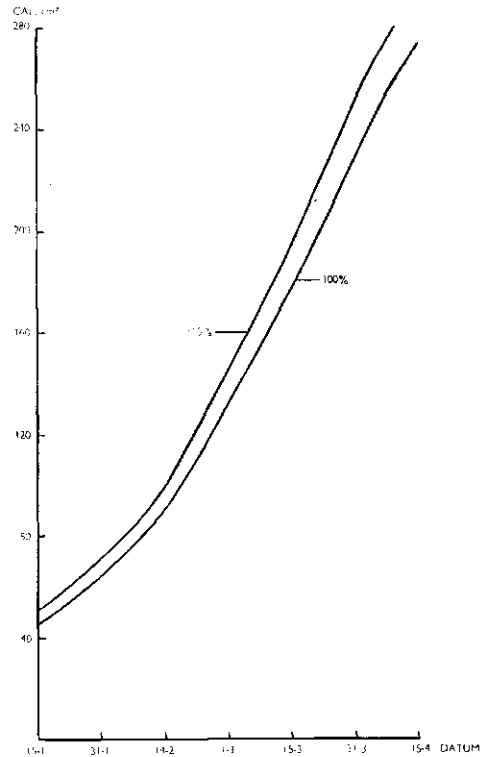


Fig. 5. Aantal dagen dat eenzelfde hoeveelheid straling eerder aanwezig is in een 10 % meer lichtdoorlatende kas dan in een Venlo-warenhuis voor de periode van 15 jan. tot 15 april.

gebleken dat een vervroeging van slechts 2 dagen voldoende is om de hogere jaarkosten van de moderne kas goed te maken, bevestigt deze conclusie de op andere gegevens gebaseerde verwachting, dat voor de vroege stooktomatenteelt in Nederland een modern kastype betere bedrijfsresultaten geeft dan het veel toegepaste Venlo-warenhuis.

Literatuur

1. GAASTRA K.: Fotosynthese onderzoek in verband met landbouwkundige vraagstukken. *Landbouwk. Tijdschr.* 70 (1958) 9 (sept.).
2. VERKERK, P.: Temperature, light and the tomato. Dissertatie Landbouwhogeschool 1955.
3. VRIES, D. A. DE: Solar radiation at Wageningen. *Med. Landbouwhogeschool* 55 (1955) 6.
4. VRIES, K. J. DE: Economische overwegingen bij de keuze van een kastype. *Med. Inst. Tuinbouwtechniek* nr. 37 (1958) pag. 31.
5. VRIES, K. J. DE: Wirtschaftlicher Vergleich von Glashaustypen. *Technik im Gartenbau* (1958) 6 (juni).
6. ZUIDHOF, G. en D. A. DE VRIES: Stralingsmetingen te Wageningen 1930-1940. *Med. Landbouwhogeschool* dl. 44 (1940) 4.